

Estudio de la vulnerabilidad socio-territorial
Sub proyecto A-I

Dra. María Isabel Andrade
Dra. Claudia Beatriz Carut
Lic. Gabriela D'Amico
Lic. David Schomwandt
Esp. Nora Lucioni

Introducción

El riesgo es una construcción social. El manejo inadecuado del ambiente se evidencia en múltiples aspectos, tales como la salud de la población, su calidad de vida, los costos económicos para el mantenimiento de la cantidad y la calidad del agua para consumo y para la producción, en los costos sanitarios, económicos y sociales de la población involucrada y del Estado para hacer frente a las consecuencias de las emergencias hídricas.

La falta de previsión demostrada en las inundaciones catastróficas ocurridas en el Gran La Plata aumenta el riesgo hídrico de manera exponencial. Existen pruebas de que la ocurrencia de inundaciones es un evento recurrente. Sin embargo, es tratado en cada oportunidad como si fuera la primera vez; con consecuencias que son muy difíciles de dimensionar.

La urbanización del aglomerado platense ha avanzado en las últimas décadas de manera más intensa y con mayor velocidad, tanto en su extensión superficial incorporando nuevos espacios de la periferia, como en altura, densificando las zonas urbanas centrales. Tal crecimiento urbano no ha sido acompañado por una planificación urbana pertinente, que contemple la geomorfología y respete el sistema natural de drenaje del agua.

Si bien en el 2002 y 2008 se habían registrado inundaciones por escorrentía de superficie, los factores antes mencionados tuvieron su máxima expresión en las consecuencias de la inundación del 2 de abril del año 2013. Para analizar las mismas, no sólo deben considerarse la magnitud del evento -392 mm. registrados entre las 0 y

las 24 hs. en la estación meteorológica del Observatorio de La Plata (Liscia et al., 2013)- , sino también la obsolescencia del sistema de desagüe de las principales cuencas de drenaje, la falta de puesta en funcionamiento de un plan de desarrollo urbano, y la ausencia de un plan de contingencia para emergencias hídricas.

Estas últimas inundaciones afectaron, según un informe proveniente del CEDLAS - Facultad de Ciencias Económicas de la UNLP- (Mayo, 2013), 80 mil hogares, de los cuales el 80% tuvieron agua en sus viviendas, representando el 34,7% de los hogares platenses. Este informe detalla que el 72,8 % no se había inundado nunca.

Con el objetivo de evaluar el riesgo ante eventos de inundación en el partido de La Plata (ver Mapa 1), se trabajó desde el marco de la Teoría Social del Riesgo, cuyos componentes básicos son Peligrosidad, Exposición, Vulnerabilidad e Incertidumbre (Natenzon, 1995).

- *Peligrosidad* es el potencial de peligro inherente a los fenómenos naturales que puede agudizarse por acciones humanas. Los indicadores utilizados para identificar la peligrosidad fueron: la evolución espacial y temporal de las precipitaciones, la red hidrográfica superficial, la ocurrencia de las inundaciones, la altimetría del área, los usos de suelos y las obras de infraestructura que afectan el escurrimiento.
- *Exposición* hace referencia a la distribución territorial de las personas y bienes que pueden verse afectados ante un evento catastrófico. La exposición precisa la interrelación entre peligrosidad y vulnerabilidad. Su construcción se elabora mediante la interpretación cartográfica y teledetección de usos de suelo y población afectada, para identificar áreas críticas.
- *Vulnerabilidad* es la capacidad de hacer frente a un evento catastrófico. Se haya condicionada por la situación socioeconómica previa a la ocurrencia del evento. En este caso se han recolectado datos socioeconómicos de los últimos Censos Nacionales de Población y Vivienda (1991, 2001 y 2010), así como de la Encuesta Permanente de Hogares (EPH) del aglomerado del Gran La Plata para la última década.

Con relación a los valores medios anuales de precipitaciones se puede observar (tabla 1) una curva ascendente entre 1971-2000, siendo el mayor valor en la década 1981-1990, para luego comenzar un descenso entre el 2001-2010.

Precipitación media anual	
Décadas	La Plata Aeropuerto en mm
1961 - 1970	934,0
1971 - 1980	1001,0
1981 - 1990	1092,6
1991 - 2000	1070,8
2001 - 2010	900,2
Promedio	1024,6

Tabla 1: Valores medios anuales de precipitación, según periodos. Fuente: Andrade, M. I.; (2012) Factores de riesgo hídrico en el Gran La Plata, Argentina.

Tomando como base la precipitación media mensual de la estación meteorológica mencionada (periodo 1961-2010, tabla 2), se observa que los meses de Febrero y Marzo alcanzan los mayores valores de precipitaciones, superando los 100 mm. Si a éstos se les suma el mes de Enero, donde las precipitaciones son elevadas (más de 90 mm), llueve cerca de un tercio del total anual durante la estación estival.

Otro pico de precipitaciones ocurre entre los meses de Octubre y Noviembre, alcanzando a los valores de Enero, siendo los meses de Mayo y Junio los que presentan los menores registros. Para el resto de los meses, las precipitaciones no superan los 75 mm.

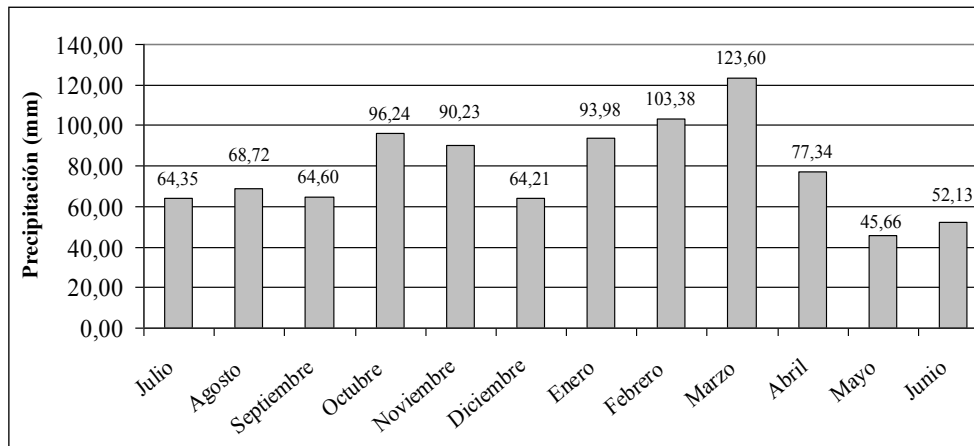
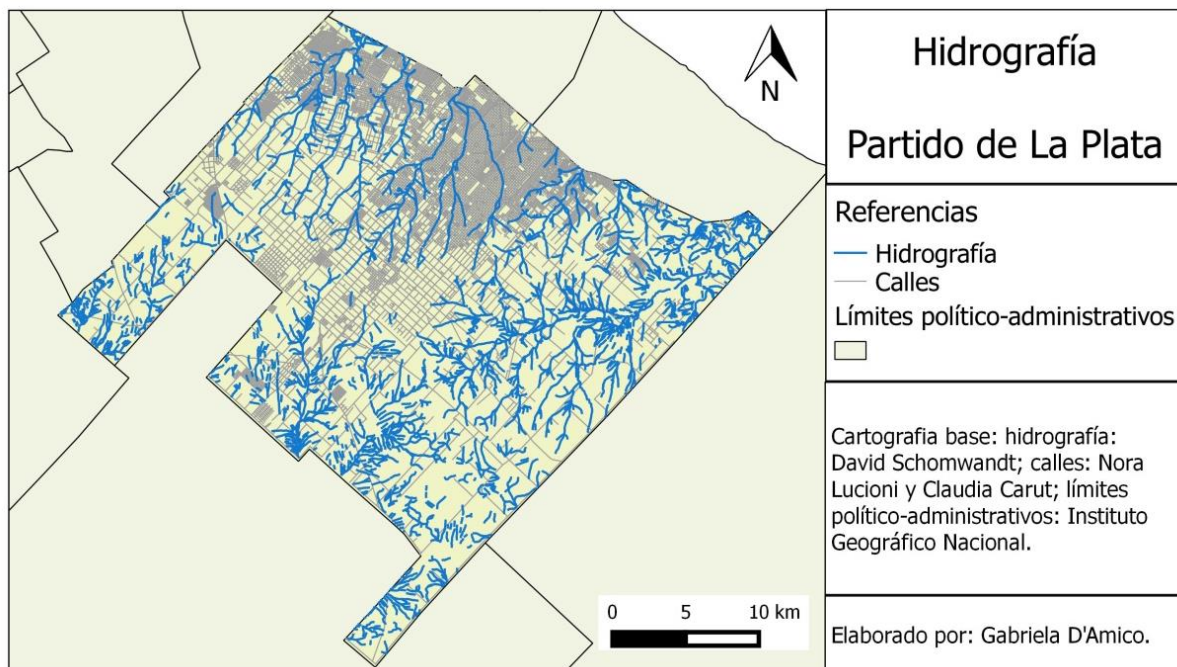


Tabla 2: Precipitación Media Mensual, estación meteorológica La Plata Aero (1961-2010). Fuente: Andrade, M. I.; Lucioni, N. C.; Iezzi, L. E. (2012) Factores de riesgo hídrico en el Gran La Plata, Argentina.

1.2. Red hidrográfica superficial

A fin de realizar un mapeo de la hidrografía del área de estudio, se partió de un mosaico de imágenes SPOT, provisto por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), correspondiente al periodo 2010-2012. Se procedió a la digitalización de la hidrografía, complementando este procedimiento con el procesamiento de un vuelo fotogramétrico del Instituto Geográfico Nacional (IGN), utilizando el software Hydrologic Modeling System (HEC-HMS). El resultado de ambos procesamientos se presenta en el mapa 2, donde se puede observar la red hidrográfica superficial y la divisoria de agua entre la vertiente hacia el Río de La Plata y el río Samborombón.



Mapa 2. Hidrografía del partido de La Plata.

Geomorfológicamente, el partido de La Plata se desarrolla sobre dos sectores claramente diferenciados: la *llanura costera* –también denominada planicie costera (Fidalgo y Martínez, 1983)- , que ocupa un pequeño sector hacia el norte y este del partido, con cotas que oscilan entre los 2,5 y 5 m.s.n.m., altura a partir de la cual se desarrolla la *llanura alta* –también conocida como *Terraza Alta* (Frenguelli, 1950) o *Zona Interior* (Fidalgo y Martínez, 1983, Hurtado et al., 2006).

Con rumbo NO-SE se desarrolla la divisoria de aguas o interfluvio, con cotas de 30 a 20 m.s.n.m. La misma divide las aguas que escurren hacia la vertiente del Río de la Plata, hacia el NE, o hacia el río Samborombón, al SE, siendo la primera la que más caudal convoca, ya que recibe las aguas de todos los arroyos que atraviesan al municipio¹. El escalón que separa la llanura costera y la llanura alta (con cota de 5 m.s.n.m) determina un cambio en la pendiente que provoca que gran parte de los arroyos de la vertiente del Río de la Plata no desembocen directamente en éste, sino en la llanura costera

¹Los arroyos que pertenecen a la vertiente hacia el Río de la Plata son, de N a S: Pereyra-San Juan, Carnaval-Martín, Rodríguez-Don Carlos, Del Gato-Pérez-Regimiento, Zoológico, Circunvalación, Maldonado, Garibaldi, y Pescado-del Sauce-Difuntos-Cajaravilla. Hacia la vertiente del río Samborombón, desembocan los arroyos San Carlos, Godoy, Abascay, La Invernada, San Luis y Cañada Larga (Hurtado et al., 2006).

propiamente dicha (en los bañados de Ensenada y Berisso). Es por ello que numerosos cursos de agua se encuentran canalizados en su tramo final.

Las áreas de estudio seleccionadas atraviesan un pequeño sector de las cuencas de los arroyos Abascay (vertiente río Samborombón), Rodríguez (vertiente Río de la Plata) y principalmente, la cuenca del arroyo El Gato (vertiente Río de la Plata), sobre el afluente Pérez. Las cuencas del Arroyo Abascay y El Gato son dos de las más importantes del partido en cuanto a su extensión superficial (105,91 km² y 181,54 km² respectivamente), secundando a la cuenca del Arroyo El Pescado (Hurtado et al, 2006).

El Arroyo El Gato posee una extensión total aproximada de 25 km, 18 de ellos en el partido de La Plata (Romanazzi, 2013), con trayecto SE-NE. Ha sido canalizado en algunos tramos, especialmente en aquellos que discurren por la planta urbana. Al llegar al límite entre la llanura alta y costera, la pendiente del terreno disminuye abruptamente, por lo cual su tramo final ha sido canalizado y rectificado para desaguar en las cercanías del Río Santiago, que luego desemboca en el Río de la Plata. Recibe las aguas de dos importantes afluentes, el Arroyo Pérez y el Arroyo Regimiento, los cuales atraviesan el casco urbano en forma entubada.

En la cuenca alta, cercana a las nacientes del arroyo en la divisoria de aguas del partido –localidad de Lisandro Olmos–, predomina la actividad hortícola intensiva, mientras que en la cuenca media predominan los usos residencial e industrial. En su trayecto, recibe efluentes cloacales, industriales y pluviales, que constituyen un factor contaminante para la población que se asienta en sus orillas y zonas de influencia dentro de la planicie de inundación (Romanazzi y Urbiztondo, 2011).

1.3. Ocurrencia de las inundaciones

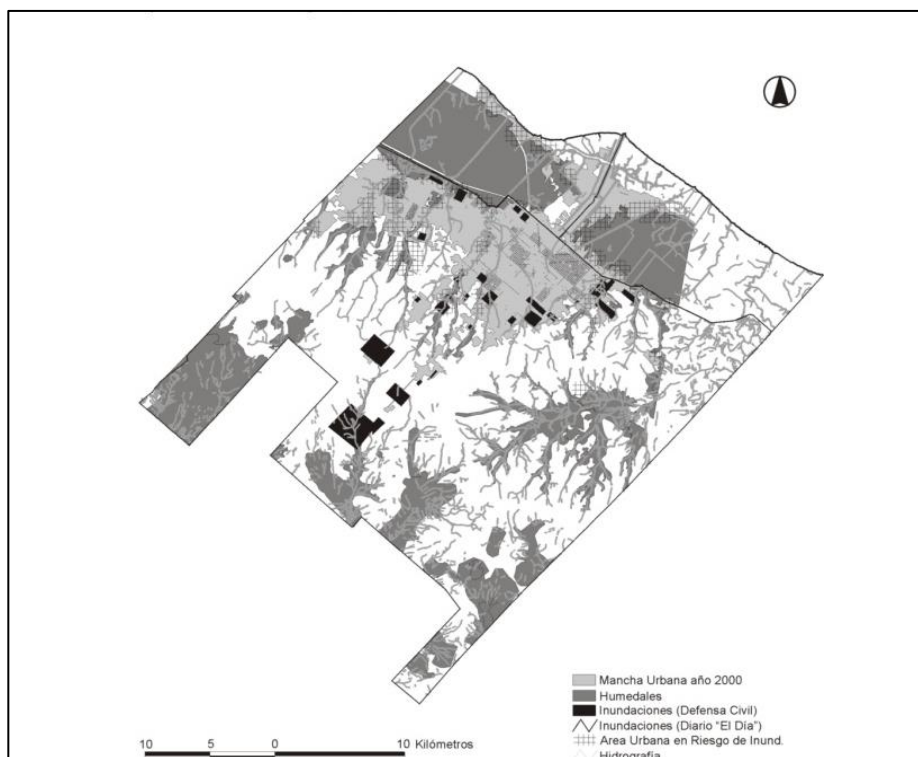
Scarpatti y Andrade (2004) registran las fechas de ocurrencias de inundaciones y la precipitación en eventos de inundación en la ciudad de La Plata para las décadas 1961-1970, 1971-1980, 1981-1990 y 1991- 2000. Como resultado del análisis, determinaron que dichos eventos se incrementaron a partir de 1970, en concordancia con el aumento de las precipitaciones anuales registradas en el área pampeana durante las últimas

décadas. Incluso, las inundaciones ocurrieron con bajos valores de precipitación, lo que podría deberse al nivel elevado de la napa freática.

En el mapa 3, publicado por Andrade et al. (2003)², se observan las zonas de riesgo de inundación que surgen como resultado de la correlación de variables y superposición cartográfica de distintas capas de información temática. El análisis conjunto de la mancha urbana del año 2000, las zonas de humedales, en la planicie de inundación del curso principal de los arroyos y sus afluentes (capa de hidrografía), y las zonas donde fueron registradas inundaciones arrojó como resultado que en el casco fundacional de La Plata, donde se encuentra la mayor heterogeneidad de densidad, coexisten las zonas críticas inundables, con densidades alta y media. A medida que nos alejamos hacia la periferia disminuyen las densidades urbanas en las zonas críticas, aunque no desaparecen por completo las altas.

Una comparación de la mancha urbana del año 1986, con su crecimiento para el año 2000, permitió destacar las zonas donde la mancha urbana creció sobre áreas inundables. En este sentido, Scarpatti y Andrade (2004) mencionan las localidades de Villa Elvira, Melchor Romero, Lisandro Olmos, Abasto, M. B. Gonnet y City Bell, en el partido de La Plata.

² Andrade, M. I. y otros: "Problemática de inundaciones en el Gran La Plata: mapa de riesgo hídrico desde la Teoría Social del Riesgo". En Pensar La Plata. Políticas públicas, Sociedad y Territorio en la década de los noventa. La Plata. 2003. Ediciones Al Margen.



Mapa 3: Zonas de Riesgo de Inundación del Gran La Plata. Andrade, M. I. y otros: “Problemática de inundaciones en el Gran La Plata: mapa de riesgo hídrico desde la Teoría Social del Riesgo”. En Pensar La Plata. Políticas públicas, Sociedad y Territorio en la década de los noventa. La Plata. 2003. Ediciones Al Margen

1.4. Altimetría del área

Para la construcción Modelo Digital de Elevación (MDE) del partido de La Plata, se efectuaron una serie de procedimientos que se detallan a continuación³.

Partiendo de información fotogramétrica provista por el Instituto Geográfico Nacional (IGN, 2013), se elaboró un Modelo de Elevación del Terreno (MDT), con una resolución espacial de 7 metros, el cual fue corregido geométricamente según datos de geolocalización del *header*, efectuando el recorte correspondiente al partido de La Plata. A partir del MDT, se obtuvo el modelo de dirección de flujo, según la metodología propuesta por Jenson y Dominguez (1988).

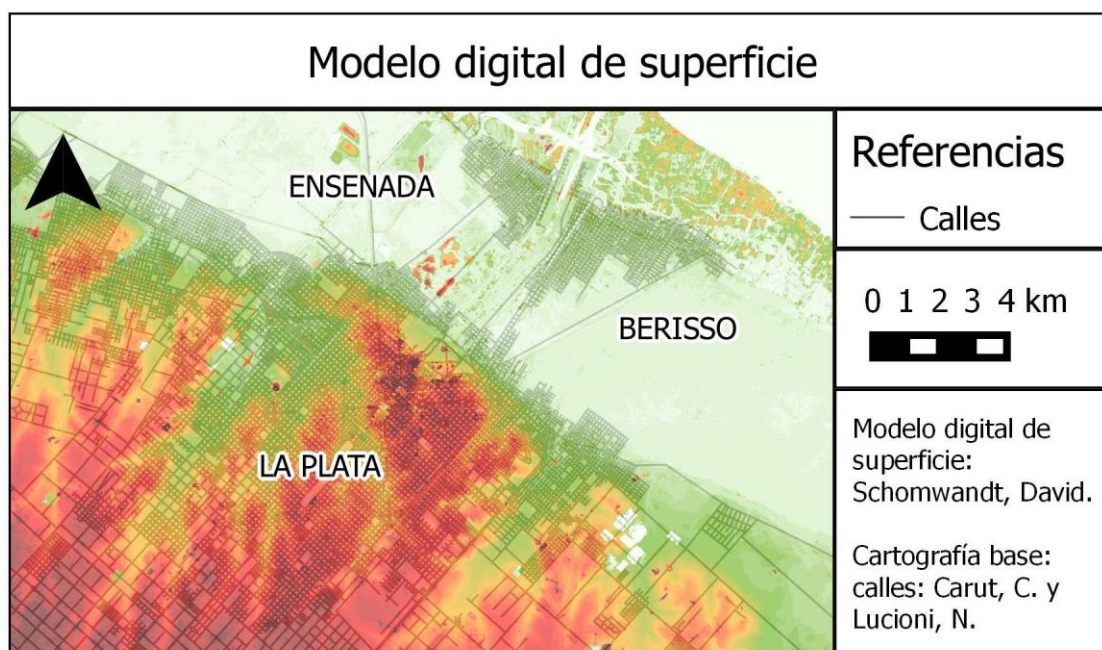
Un segundo producto provisto por el IGN, que constó en un mosaico fotogramétrico en el espectro visible e infrarrojo, de 0,4 metros de resolución espacial, sirvió como base

³ Una explicación pormenorizada de la elaboración del MDE puede consultarse en Schomwandt, D., Lucioni, N. y Andrade, M.I. (2016) “Cartografía de riesgo de inundación y la representación de la vulnerabilidad en el Gran La Plata, Buenos Aires. ”Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y el Ambiente, N°26, pág. 15-28.

para la determinación del entramado de calles, ajustado por puntos GPS tomados en terreno.

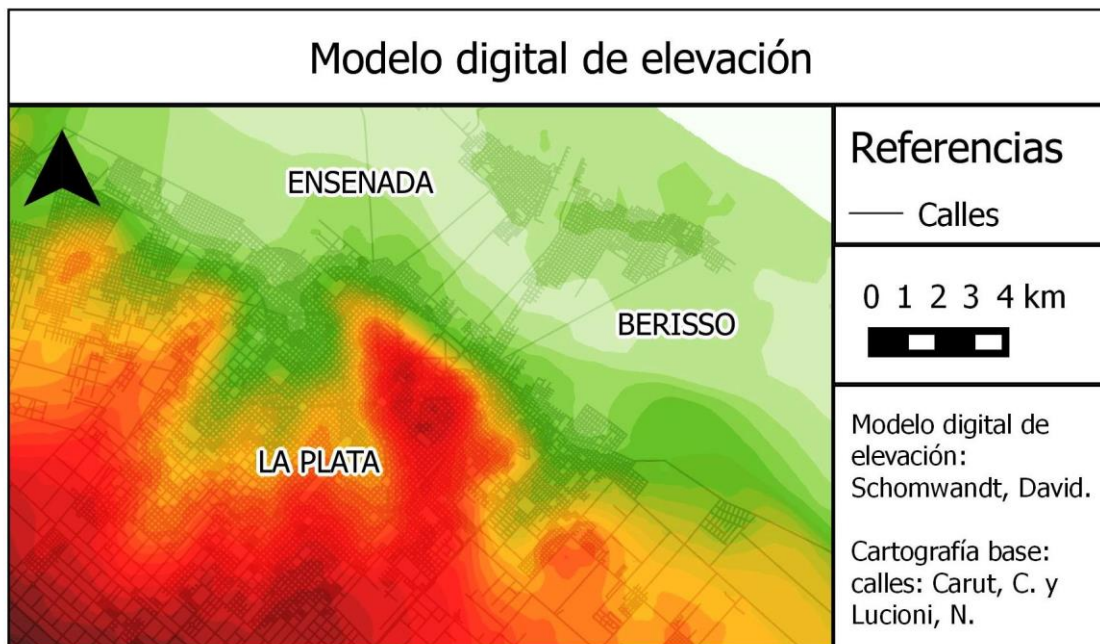
Una vez registrada la información vectorial, se extrajeron los valores de altura del MDT, y los valores de dirección de flujo, coincidentes con la intersección de calles. De esta forma, se excluyó la altura asociada al proceso de verticalización de la ciudad, centrándose en la cota de las calles. Como subproducto, se obtuvo la red de drenaje relativa y las subcuencas de drenaje.

Por último, se lo confrontó con las imágenes TRMN (Misión de Medición de Lluvias Tropicales)⁴. Este conjunto de datos se convirtió en el estándar de espacio para la medición de la precipitación, y dio lugar a una investigación que mejora nuestra comprensión de la estructura del ciclón tropical y su evolución, las propiedades del sistema convectivo, las relaciones relámpagos de la tormenta, el clima y el modelado del mismo. Los datos también admiten aplicaciones operacionales, tales como inundaciones y vigilancia de la sequía y la predicción del Tiempo.



Mapa 4: Modelo Digital de superficie. Referencia: la rampa de color se refiere al rango de altura que va de 30 a 35 m. donde el color verde es 0 y el violeta 35 m

⁴ Misión conjunta entre la NASA y la de Exploración Aeroespacial (JAXA) Agencia de Japón para estudiar las precipitaciones



Mapa 5: Modelo digital de elevación. Referencia: la rampa de color se refiere al rango de altura que va de 30 a 35 m. donde el color verde es 0 y el violeta 35 m

1.5. Usos de suelos y selección de áreas de trabajo

Para el desarrollo de este proyecto se seleccionaron tres áreas relacionadas con el uso rural, periurbano y urbano, que son frecuentemente afectadas por los excesos hídricos que suelen causar las precipitaciones intensas. El área 1 (mapa 12) es afectada particularmente por la actividad hortícola que la circunda y el curso de agua involucrado es el Arroyo Abascay, en el cual se considerará un tramo que cuenta con una zona de bañados, que permitirá dimensionar el rol amortiguador o buffer de estas zonas y la necesidad de la conservación de este tipo de humedales. En el área 2 (mapa 11), afectada por la actividad periurbana, el curso de agua involucrado corresponde a la cuenca media del Arroyo El Gato, recibiendo efluentes domiciliarios e industriales. Finalmente el área 3 (mapa 10) corresponde a la cuenca baja del Arroyo El Gato con, profundas modificaciones de su cauce y riberas; se trata de una zona altamente urbanizada y con una intensa actividad industrial.

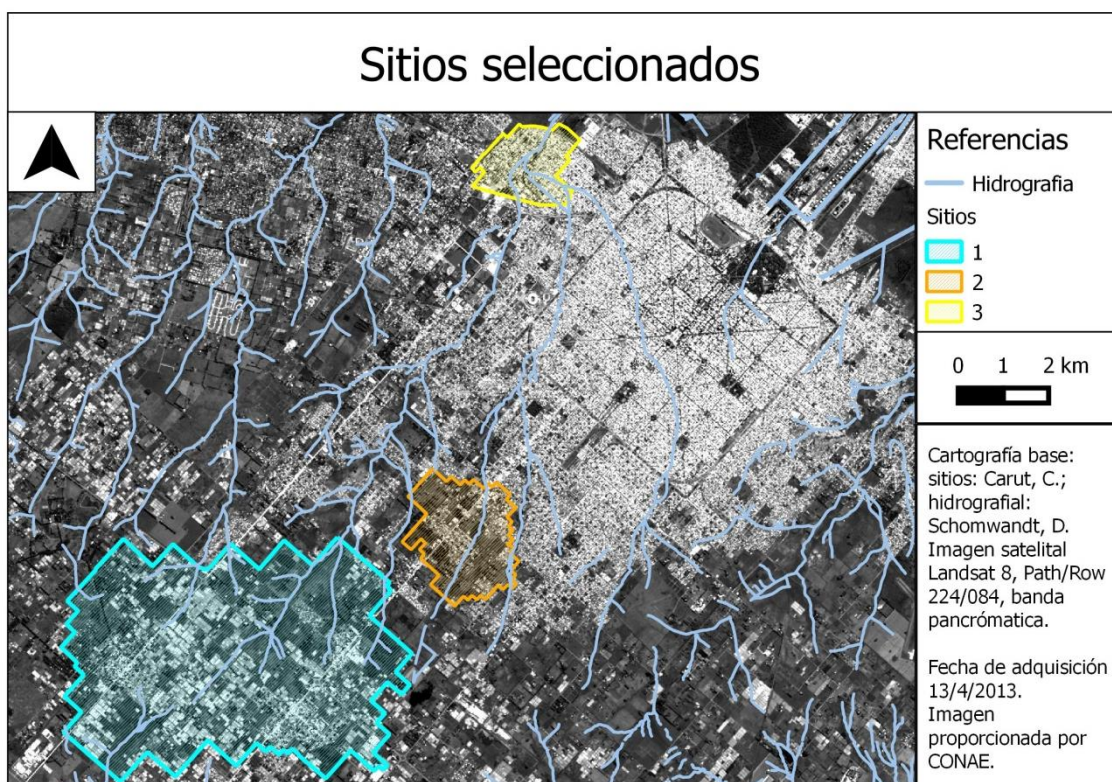
Las áreas de trabajo seleccionadas para la realización del presente análisis (mapa 6) corresponden a tres ámbitos territoriales diferenciados dentro del partido de La Plata: el

sitio 1, correspondiente al ámbito periurbano; el sitio 2, dentro del ámbito sub-urbano, y el sitio 3, netamente urbano.

Como se puede observar, el primero de los ámbitos (de norte a sur), que corresponde al sitio 3 de muestreo, es un área donde el uso predominante es el residencial, con un factor de ocupación alto. Este uso se alterna con industrias o depósitos. El sitio presenta todos los servicios básicos. Puede ser catalogado en la fase de fortalecimiento urbano, que se relaciona con el incremento y la diversificación de funciones sociales y económicas propias de la ciudad (Carut, 2006).

El sitio 2 pertenece a lo que se denomina como ámbito suburbano. Son espacios donde predominan los usos residenciales de alta, baja y media densidad, con manzanas y fracciones baldías, que tienen un carácter especulativo. Por otra parte, son lugares donde los servicios básicos urbanos no se encuentran completos. Asimismo, se pueden observar relictos de lo que es la actividad hortícola, característica del periurbano. En relación al movimiento de la ciudad, se presenta la expansión (ocupación de parcelas urbanas con viviendas de autoconstrucción, galpones, etc) y la consolidación urbana, que comprende la finalización de la red de infraestructura de servicios y la construcción de viviendas en los solares baldíos remanentes.

En relación al sitio 1, el cual corresponde al periurbano propiamente dicho, podemos observar que *“se genera la coexistencia alternada en un mismo territorio de usos propios de lo urbano y lo rural. Dominan la yuxtaposición de usos, conviviendo y enfrentándose parcelas rurales de pequeñas dimensiones (menores de 5 ha) con espacios urbanos, grandes equipamientos y otros usos”* (Carut, 2006:124).



Mapa 6. Localización de sitios de trabajo seleccionados. Cartografía: Gabriela D' Amico

1.5.1 Actualización de la cartografía base

El primer paso para la lectura de usos del suelo de las áreas seleccionadas, consistió en la actualización de la cartografía base dada por la Municipalidad de la Plata (COUT 1996) a partir de la fotolectura en base a imágenes Quickbird de Google Earth y relevamiento de campo.

Con referencia al sitio 1, se crearon nuevos amanzanamientos y fracciones en el área próxima a la urbanización. De 407 predios observados en 1996, se identificaron 449 para el año 2015, con un acrecentamiento de 42 nuevos amanzanamientos, no así de nuevas fracciones.

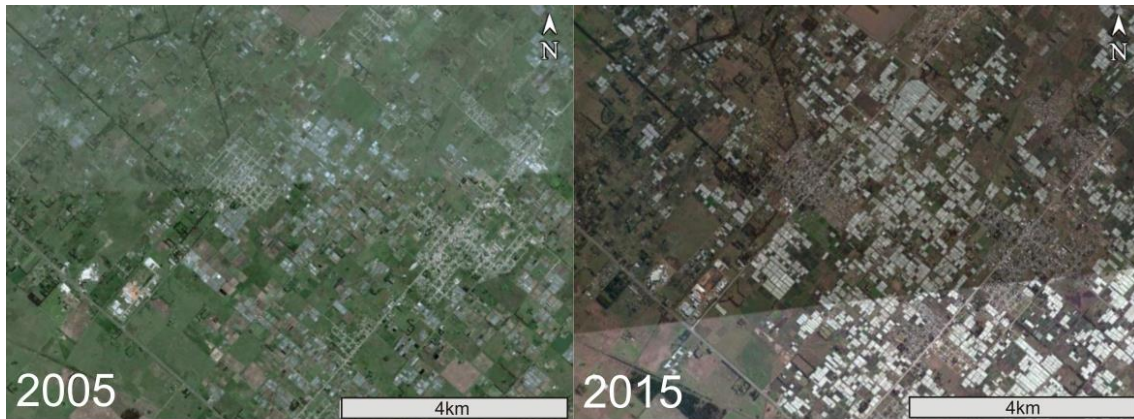


Imagen 1. Comparación entre imágenes Quickbird para los años 2005 y 2015 para el sitio 1. Fuente: Google Earth.

En cambio, en el sitio 2, se observa que de 192 fracciones y manzanas analizadas para el año 2015, en el año 1996 las mismas eran 139, cuantificando una diferencia de 53 nuevos predios.



Imagen 2. Comparación entre imágenes Quickbird para los años 2005 y 2015 para el sitio 2. Fuente: Google Earth.

De esta actualización, se desprende que el sitio 3 de análisis no se presenta creación de nuevos amezanamientos, ya que constituye un área de fortalecimiento urbano.



Imagen 3. Comparación entre imágenes Quickbird para los años 2005 y 2015 para el sitio 3. Fuente: Google Earth.

1.5.2 Usos del suelo reales en las zonas de muestreo.

Los usos del suelo reales son la manifestación visible en el espacio de las actividades dominantes que realiza la sociedad, siendo identificables para cada manzana y cada parcela rural de todo el territorio argentino: vivir, producir, consumir, circular, consumir, degradar y recrearse, entre las actividades principales. Por lo general, estos usos del suelo reales se analizan por parcela, manzana u otra unidad de análisis territorial (Bozzano, H; Carut, C, et. Al, 2008)

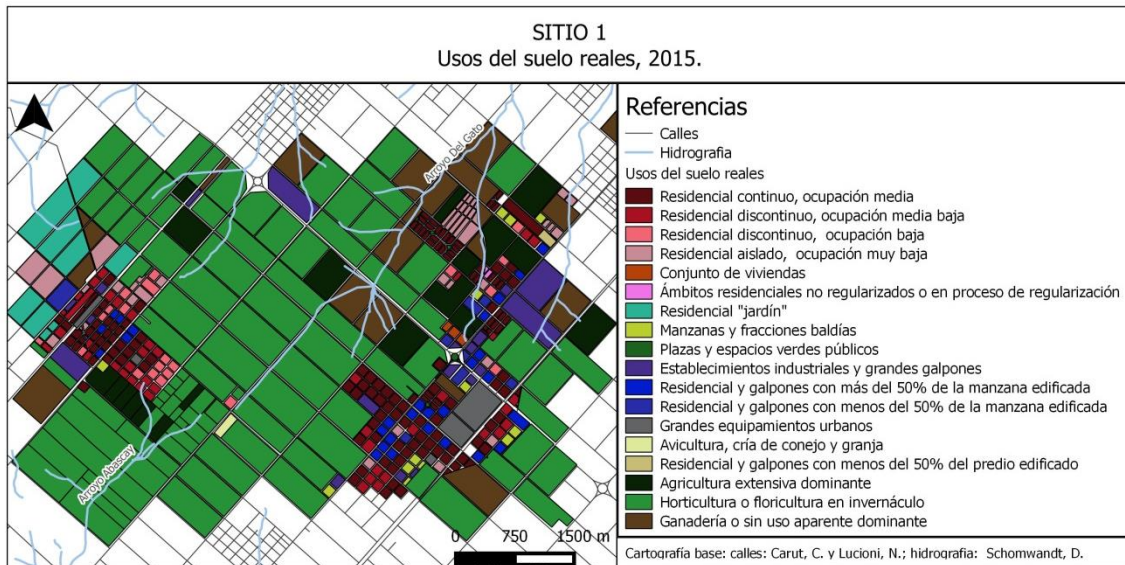
A partir del relevamiento desarrollado en 2003 en el marco del Proyecto “Atlas Metropolitano Buenos Aires” (UNLP-CONICET), se pone en marcha “La Red de Cooperación y Complementariedad”, donde se desarrolla el primer mapa digital de 23 usos del suelo⁵ reales por manzana y parcela rural para la totalidad de la metrópoli. Estas 23 categorías son las que se escogieron para el presente trabajo, específicamente en las tres áreas propuestas, identificando de estos 23 usos un total de 17. Los mismos son:

⁵Las restantes tipologías de uso, no identificadas en el área de estudio, son: Manzanas de tipología mixta: máxima intensidad de ocupación con edificación en altura que alterna con comercio y servicios; Clubes de campo o "countries" y barrios privados; Manzanas y fracciones baldías; Forestación dominante, natural e inducida dominante, incluye tierras labradas con anterioridad; Agricultura extensiva dominante, incluye tierras labradas con anterioridad; Suelo decapitado, canteras y cavas activas e inactivas; Bañado o terreno anegadizo.

Uso	Tipología
1	Manzanas de tipología residencial continua: intensidad de ocupación media con más del 50% de la manzana edificada.
2	Manzanas con tipología residencial discontinua: intensidad de ocupación media baja, entre el 25 y el 50 % de la manzana edificada.
3	Manzanas de tipología residencial discontinua: intensidad de ocupación baja, entre el 10 y el 25 % de la manzana edificada.
4	Manzana de tipología residencial aislada: intensidad de ocupación muy baja, con menos del 10 % de la manzana edificada.
5	Conjunto de viviendas: comprende barrios planificados y viviendas en propiedad horizontal en planta baja y en altura.
6	Ambitos residenciales no regularizados o en proceso de regularización dominial.
7	Residencial "jardín": comprende "barrios parque" (lotes urbanos grandes y lotes rurales pequeños en predios parquizados) .
8	Manzanas y fracciones baldías.
9	Plazas y espacios verdes públicos.
10	Establecimientos industriales y grandes galpones.
11	Manzanas de tipología mixta: residencial y galpones con más del 50% de la manzana edificada.
12	Manzanas de tipología mixta: residencial y galpones con menos del 50% de la manzana edificada.
13	Grandes equipamientos: sanitarios, militares, educativos, cementerios, etc.
14	Avicultura y granja.
15	Horticultura a campo, comprende parcelas hortícolas en desuso.
16	Horticultura en invernáculo.
17	Ganadería o sin uso aparente dominante.

El sitio 1, área periurbana, a diferencia de las restantes, posee un alto predominio del uso hortícola o florícola a campo o en invernáculo. Éste último uso ocupa más del 50% del área de estudio.

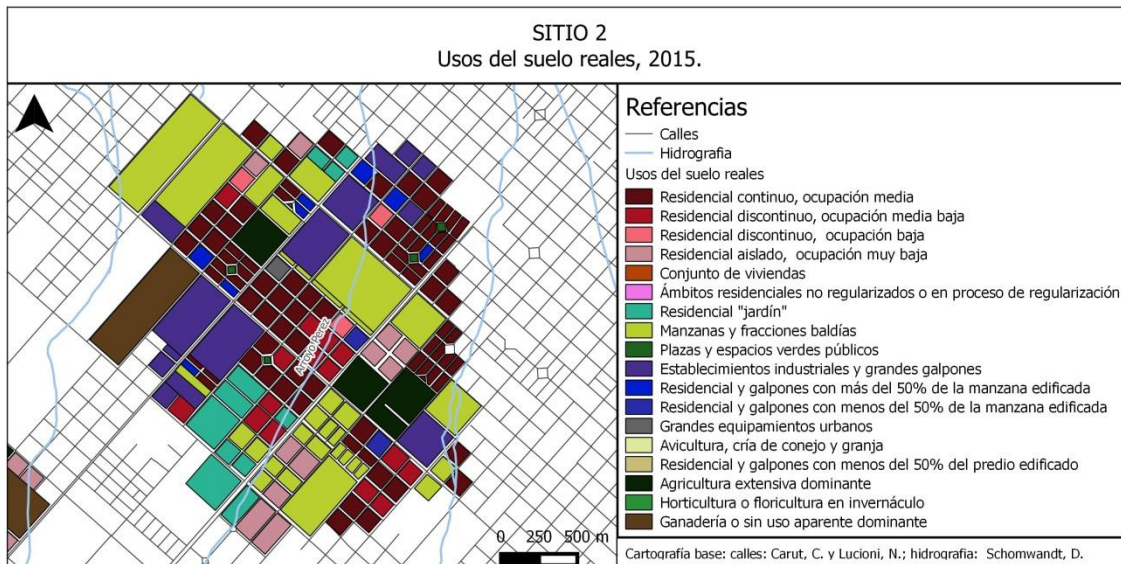
Son en las localidades de Olmos y Abasto donde se presentan los usos residenciales de diferentes niveles de ocupación. Ambas localidades presentan grandes equipamientos, cárcel en la primera y equipamiento asociado al ferrocarril en la segunda, que han atraído o atraen importante número de población a sus alrededores.



Mapa 7: Usos del suelo reales de la Zona 1. Fuente: Fotelectura, fotointerpretación y relevamiento in situ, Dra. Claudia Carut.

En el sitio 2 de análisis, área suburbana, existe una gran heterogeneidad de usos, donde el uso urbano es el predominante, mientras que la horticultura se presenta como relicto. La especulación inmobiliaria se observa en aquellas manzanas o fracciones baldías que se encuentran rodeadas por espacios residenciales con medio o bajo nivel de ocupación. Con relación a los usos residenciales, se observa que los mismos tienen una mayor consolidación próxima a las áreas industriales o de grandes galpones, que corresponden al corredor de la avenida 44.

En las zonas residenciales de media o baja densidad se observan algunas casas jardín.

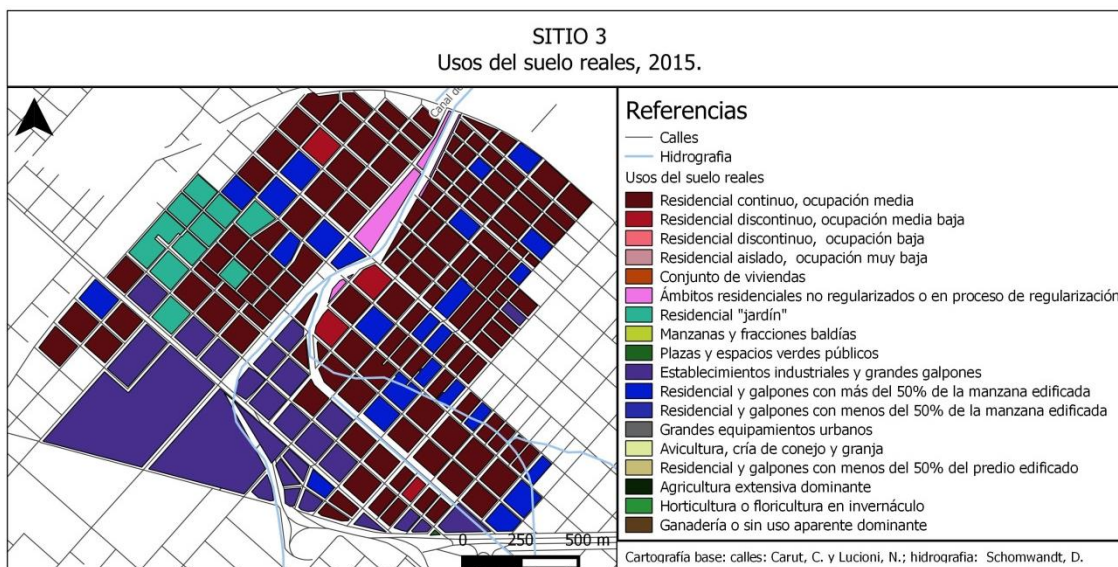


Mapa 8: Usos del suelo reales de la Zona 2. Fuente: Fotolectura, fotointerpretación y relevamiento in situ, Dra. Claudia Carut.

Como se mencionó en apartados anteriores, el sitio 3 presenta un predominio de usos urbanos, donde el mayor porcentaje de los mismos corresponden al uso residencial, con más del 50% del espacio amanzanado ocupado. No se observa, dada la etapa de fortalecimiento urbano, porcentajes menores al 50% de ocupación con este uso.

Los grandes galpones y/o usos industriales son otro de los usos que abarcan grandes predios o manzanas en esta zona.

Respecto a los cursos de los Arroyos, tema de importancia en esta investigación, predomina el uso residencial, con muy alta densidad de ocupación, observándose en algunos sectores ámbitos no regularizados dominialmente.



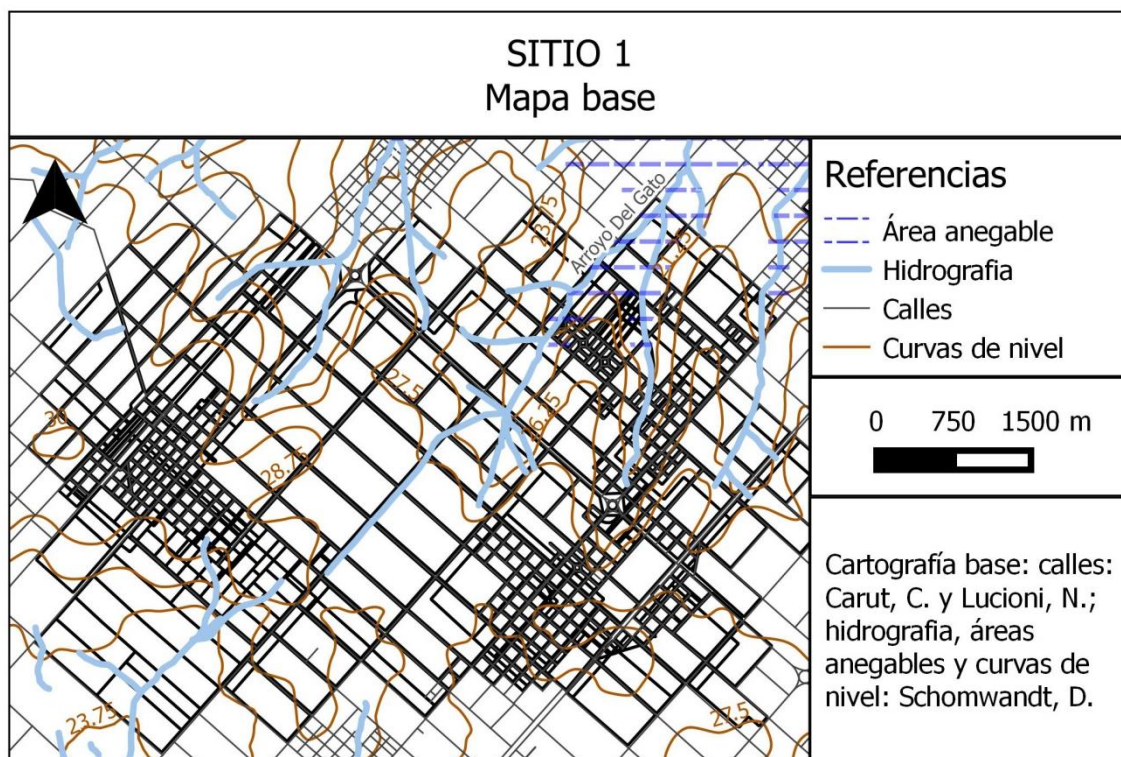
Mapa 9: Usos del suelo reales de la Zona 3. Fuente: Fotolectura, fotointerpretación y relevamiento in situ, Dra. Claudia Carut.

1. Evaluación de la peligrosidad en los sitios seleccionados

Con el fin de evaluar el componente *peligrosidad* en los sitios, se seleccionaron y relacionaron indicadores relativos a la altimetría del área (curvas de nivel), hidrografía y áreas anegables.

Sitio 1

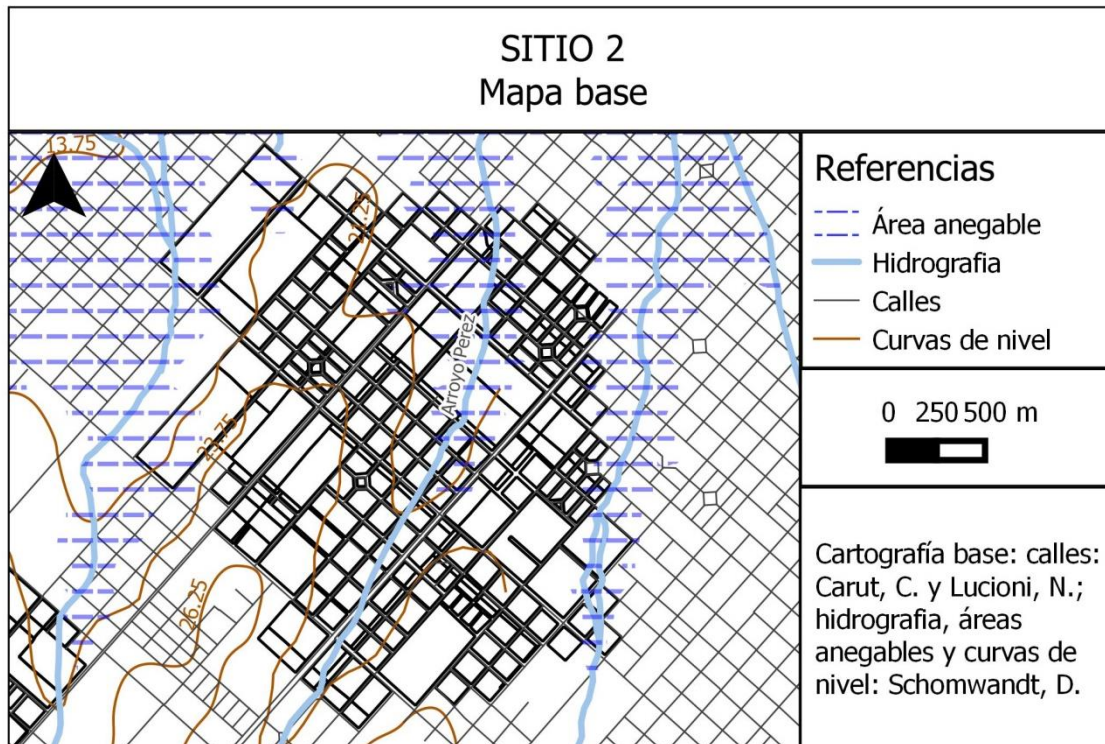
El sitio 1 está situado altimétricamente en una de las áreas más elevadas del partido (entre 20 y 29 m.s.n.m.), sobre la divisoria de aguas donde se encuentran las cabeceras de los tres Arroyos que lo atraviesan: el Arroyo Abascay, el Arroyo Rodriguez y el Arroyo El Gato. Jurisdiccionalmente, abarca porciones de las localidades de Abasto, hacia el SO, y Lisando Olmos, al E. Presenta un suave declive hacia la pendiente del Río de la Plata. Sólo una pequeña zona al oeste del partido, cercana a la isolínea de 20 m.s.n.m, y sobre la planicie de inundación del Arroyo El Gato presenta riesgo de anegabilidad.



Mapa 10. Sitio 1, mapa base. Cartografía: Gabriela D' Amico

Sitio 2

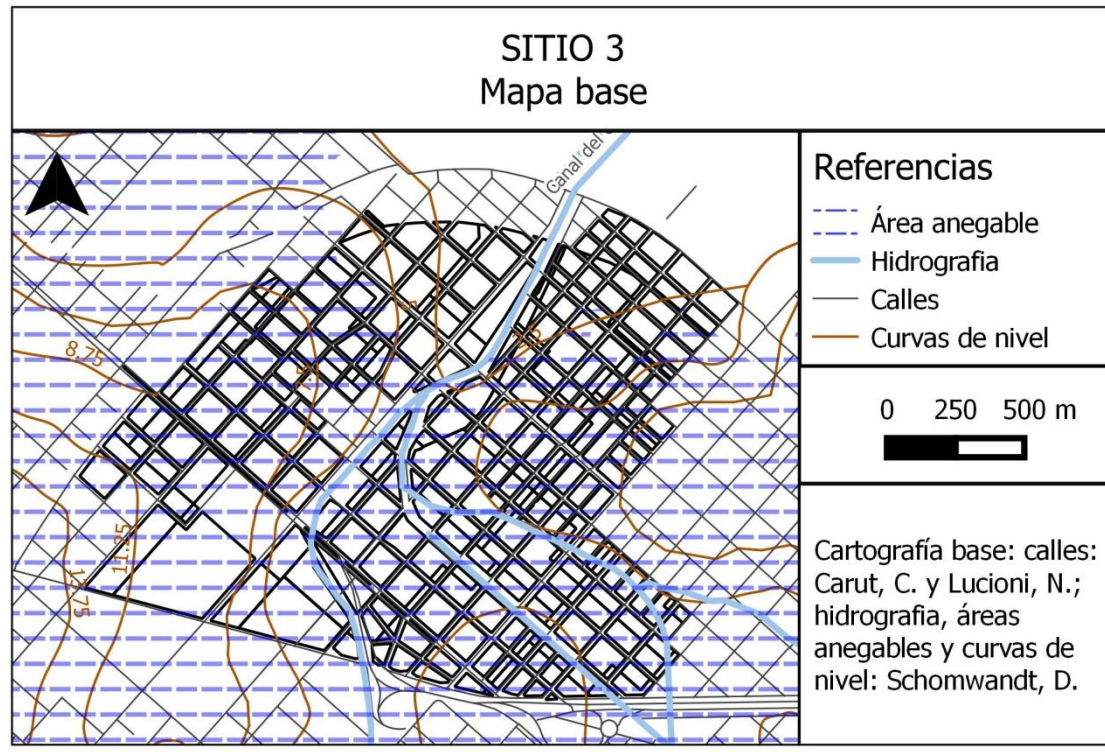
El sitio 2 se localiza cercano al curso del Arroyo Perez, uno de los principales afluentes del Arroyo El Gato. Abarca una porción de la localidad de Lisandro Olmos y Los Hornos, en sus límites con San Carlos. Altimétricamente, se encuentra entre los 24 y 20 m.s.n.m. Al igual que el sitio 1, presenta un suave declive hacia la pendiente del Río de la Plata. A partir de la curva de nivel de 21,25 m.s.n.m, y sobre la planicie de inundación del Arroyo Perez, hacia el NE del sitio, se extiende una zona con riesgo de anegabilidad.



Mapa 11. Sitio 2, mapa base. Cartografía: Gabriela D' Amico

Sitio 3

El sitio 3 está surcado por los arroyos Perez y El Gato, siendo el primero uno de los principales afluentes del segundo. Abarca una porción de la localidad de Ringuelet. Altimétricamente, se encuentra entre los 1,25 y 8, 25.s.n.m. la mayor parte del sitio se localiza sobre áreas anegables, siendo aproximadamente el límite de la misma la curva de 2,5 m.s.n.m.



Mapa 12. Sitio 3, mapa base. Cartografía: Gabriela D'Amico.

2. Evaluación de la Vulnerabilidad

Con el objetivo de la construcción de la variable *vulnerabilidad* en los sitios seleccionados, se efectuó la recopilación de datos socioeconómicos del último censo de población realizado por el INDEC (2010).

3. 1 Análisis Poblacional del partido de La Plata

Según el censo 2010, el municipio de La Plata contaba, con 654.324 habitantes y 265.677 viviendas particulares, observándose que la capacidad habitacional en el periodo intercensal 1991-2010, se incrementó en un 68% (Andrade et al., 2012), mientras que la variación poblacional fue de un 17%.

Partidos	Población			Variación 01/2010 (%)	Variación 91/2001 (%)
	Censo 2010	Censo 2001	Censo 1991		
Berisso	88.470	80.092	74.761	9,5	7,1
Ensenada	56.729	51.448	48.237	9,3	6,7
La Plata	654.324	574.369	542.948	12,2	6
Provincia	15.625.084	13.827.203	12.594.974	11,5	9,8

Cuadro 3: Cantidad de población por partido y crecimiento poblacional. Fuente: Fuente: Andrade, M. I.; Lucioni, N. C.; Iezzi, L. E. (2012) Factores de riesgo hídrico en el Gran La Plata, Argentina. Datos actualizados al Censo 2010. INDEC

En cuanto a la población con Necesidades Básicas Insatisfechas⁶ (NBI), se concentra en zonas de la periferia del partido, destacándose Olmos, El Peligro, Arturo Seguí, Romero y Abasto como localidades que presentan fuerte incremento de la población, a pesar de que existen fuertes déficit de los servicios básicos.

Para la actualización del indicador de NBI a la fecha de afectación del último evento de inundación del 2 de abril del 2013, se trabajó con la base de datos provenientes del último trimestre de 2013 de la Encuesta Permanente de Hogares (EPH). Fusionando ambas bases de datos, se obtuvo un índice que combina la posición de las personas en las siguientes dimensiones: nivel educacional⁷ y ocupacional del principal sostén del hogar⁸ y de posesiones materiales del hogar⁹.

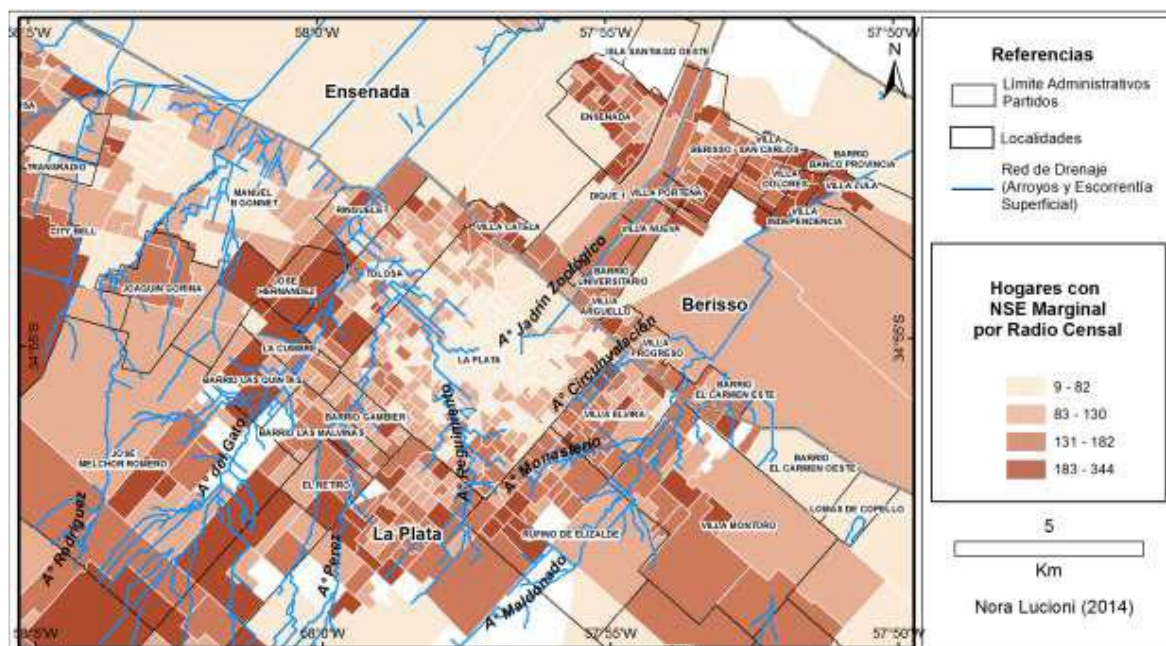
⁶ Los hogares con Necesidades Básicas Insatisfechas son los que presentan al menos una de las siguientes categorías de privación: 1) Vivienda: vivienda en habitaciones de inquilinato, hotel o pensión, viviendas no destinadas a fines habitacionales, viviendas precarias y otro tipo de vivienda; 2) Condiciones sanitarias: hogar sin retrete, 3) Hacinamiento: más de tres personas por cuarto, 4) Asistencia escolar: al menos un niño en edad escolar (6 a 12 años) que no asiste a la escuela; 5) capacidad de subsistencia: cuatro o más personas por miembro ocupado y que tienen un jefe no ha completado el tercer año de escuela primaria (INDEC, 2016).

⁷ Mide el máximo nivel alcanzado por el Principal Sostén del Hogar (PSH) en términos de ciclos de la educación formal: primario, secundario, terciario no universitario, universitario, postgrado

⁸ Se entiende a la posición ocupacional en términos de una jerarquía de posiciones ocupacionales. Los tipos de ocupación se dividen en dos grandes grupos: cuentapropistas y en relación de dependencia. La primera categoría abarca trabajadores autónomos y empleadores de personal en empresas muy chicas, mientras que la segunda recorre todas las posiciones desde empleo doméstico hasta alta dirección, tanto del sector público como del sector privado. El índice asigna puntajes directamente relacionados con la jerarquía del tipo de trabajo que realiza el PSH.

⁹ Las posesiones materiales consisten en un índice que incluye los siguientes ítems: televisión a control remoto, refrigerador con freezer, lavarropas automático, secarropas, equipo de video, freezer independiente, aire acondicionado, teléfono, computadora personal, tarjeta de crédito del PSH, automóvil. El índice otorga un puntaje a cada ítem excepto automóvil, y un puntaje separado a la posesión de automóvil.

En el mapa 13 se representan los hogares¹⁰ con Nivel Socioeconómico (NSE) marginal, con la finalidad de relacionar su localización con los valles de inundación de valles de inundación de los arroyos Regimiento, Pérez y El Gato.



Mapa 13: Hogares con Nivel Socioeconómico (NSE) marginal por radio censal (EPH, 2013). Schomwandt et al., 2015.

El patrón de mayor concentración de hogares con niveles socioeconómicos marginal y bajo se visualiza, en general, en los sectores periféricos a la localidad de La Plata. Mientras que las localidades del sector suroeste del aglomerado, tales como Arturo Seguí y José Melchor Romero, son las que concentran la mayor cantidad de hogares con NSE marginal y bajo.

3.2 Análisis de la vulnerabilidad en los sitios seleccionados

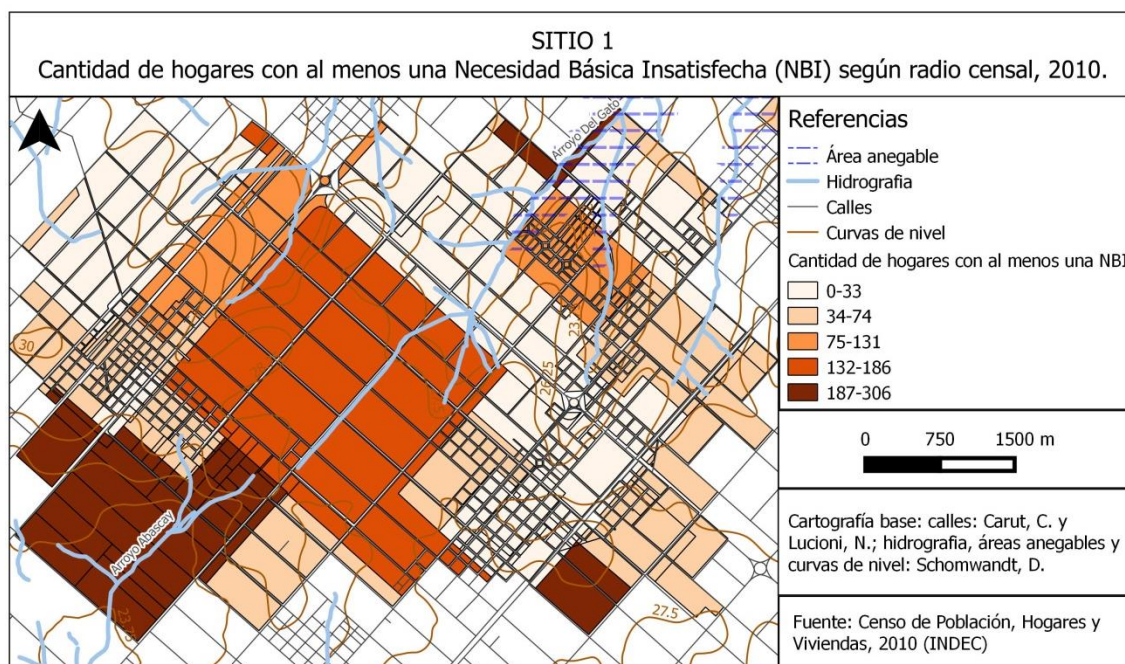
¹⁰ 10 Para el INDEC, el hogar es constituido por una persona o grupo de personas que viven bajo el mismo techo y comparten los gastos de alimentación. En tanto, vivienda es el espacio donde viven personas, separado por paredes u otros elementos cubiertos por un techo, donde ocupantes pueden entrar o salir sin pasar por el interior de otras viviendas (INDEC, 2016)

Sitio 1

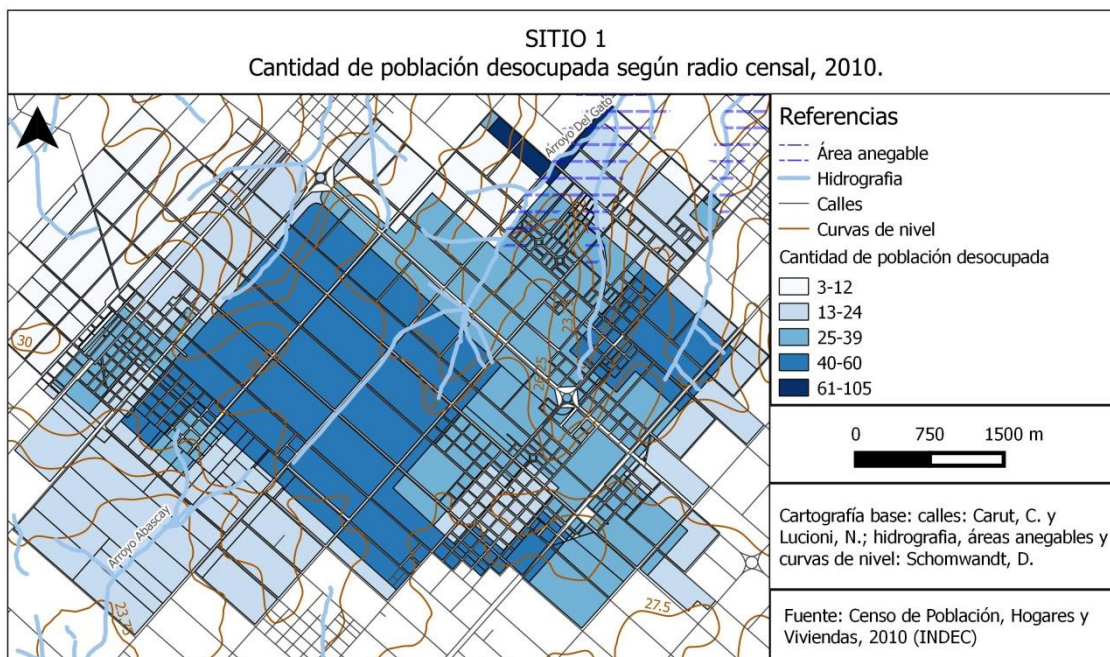
La población total del Sitio 1 era de 30.667 habitantes para el año 2010 (INDEC), con una densidad mayor hacia el oeste, cercana al núcleo urbano de la localidad de Abasto. Del total de la PEA, el 4,21% se encuentra desocupada.

Del total de hogares del sitio 1, el 19,81% presenta al menos una NBI, concentrándose la mayor parte de los mismos en las cabeceras de los arroyos Abascay y El Gato, y sobre la planicie de inundación de los éstos, en la localidad de Abasto. Esta situación aumenta su vulnerabilidad ante eventos de inundación, aunque los mismos no son frecuentes en esta zona, por las características anteriormente mencionadas. Las zonas con alta densidad de población (en el núcleo urbano de la localidad) coinciden con altos valores del indicador de población desocupada.

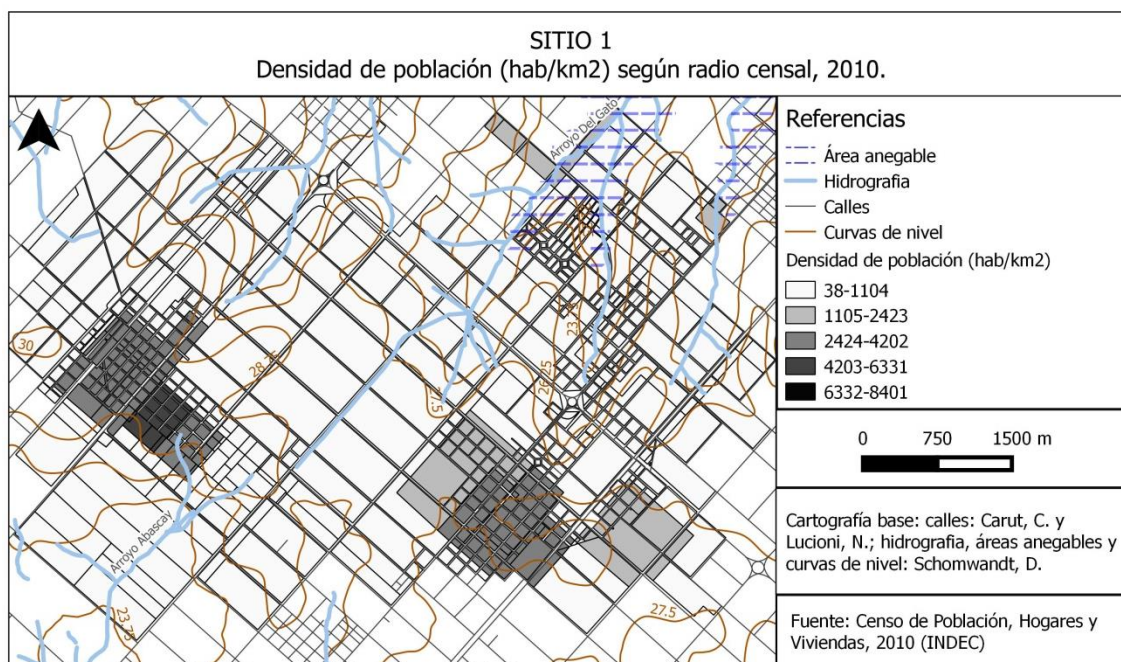
Se destaca, en la última década, un incremento en la superficie impermeabilizada por los invernaderos, característicos de la producción hortícola intensiva de la zona (véase mapa 9 en el apartado anterior).



Mapa 14. Sitio 1. Cantidad de hogares con al menos una NBI, según radio censal (INDEC, 2010). Cartografía: Gabriela D' Amico



Mapa 15. Sitio 1. Cantidad de población desocupada, según radio censal (INDEC, 2010). Cartografía: Gabriela D' Amico



Mapa 16. Sitio 1. Densidad de población (hab/km²) según radio censal (INDEC, 2010). Cartografía: Gabriela D' Amico

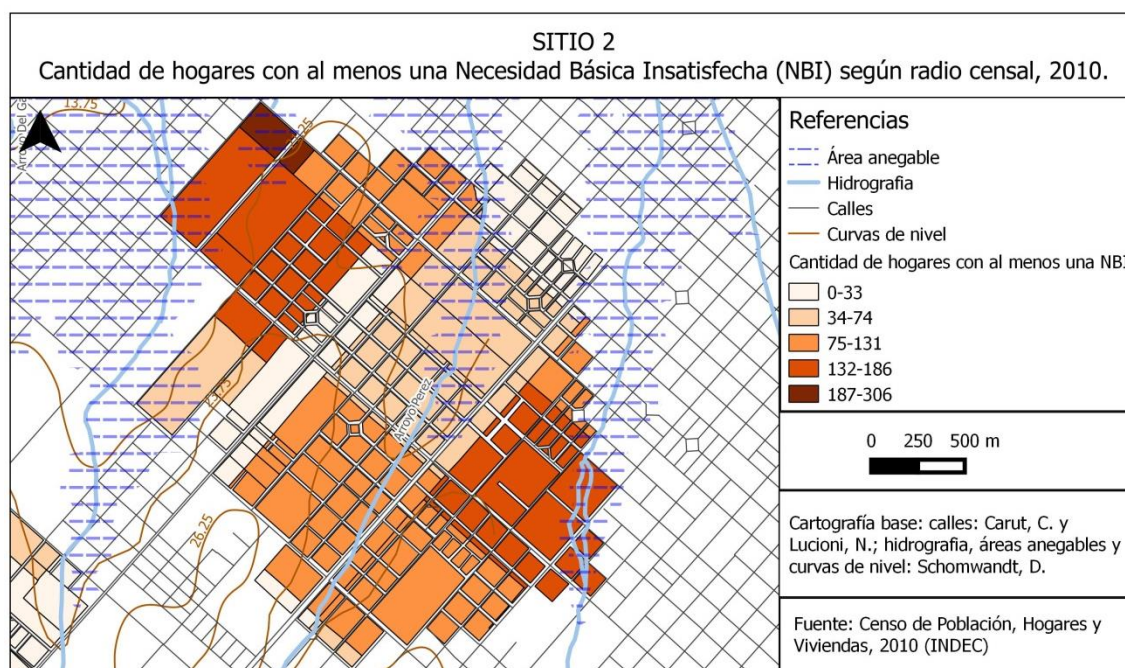
Sitio 2

La población total del Sitio 2 era de 17.963 habitantes para el año 2010 (INDEC), con densidades medias a bajas, acusando mayor concentración en las zonas aledañas a las avenidas, por ser las arterias de conexión con el casco fundacional platense.

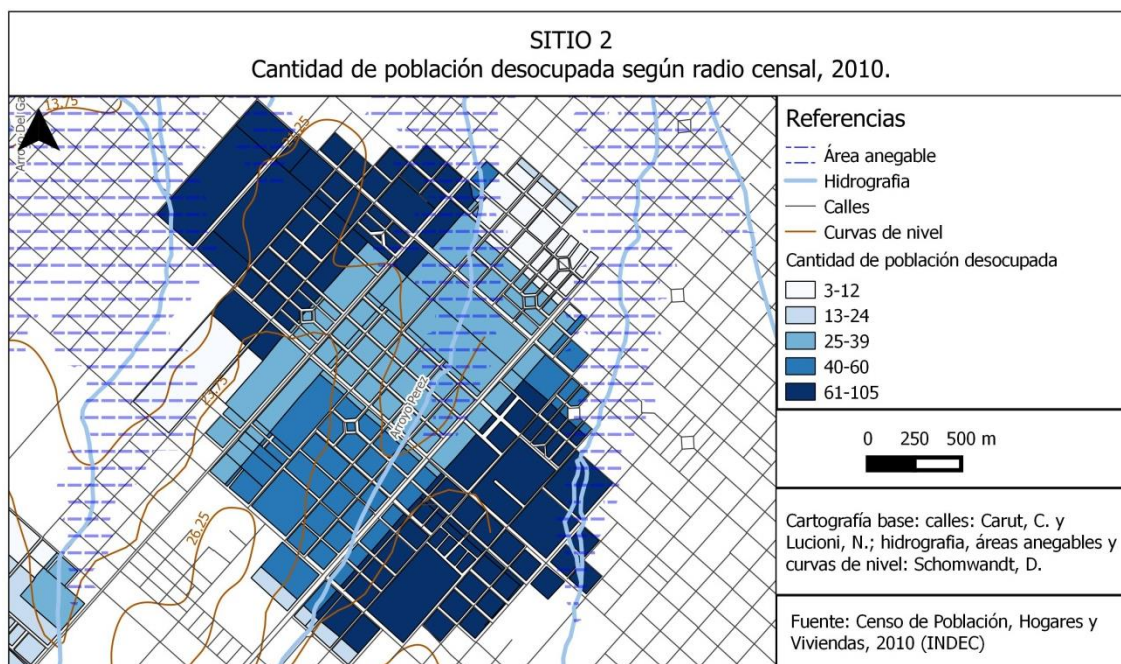
El porcentaje de PEA, con respecto al total de población, es de 74,54%, registrando una desocupación que representa el 5,04% de la misma, siendo éste el valor proporcional mayor de los tres sitios (ver cuadro 4).

El 14,81% de los hogares posee al menos una NBI, localizados en los radios censales que bordean el sitio hacia el S y N (mapa 17), en coincidencia con altos valores del indicador de personas desocupadas (mapa 18). Sobre el área de anegamiento, los valores son más bajos, congruentes con la baja densidad poblacional del área.

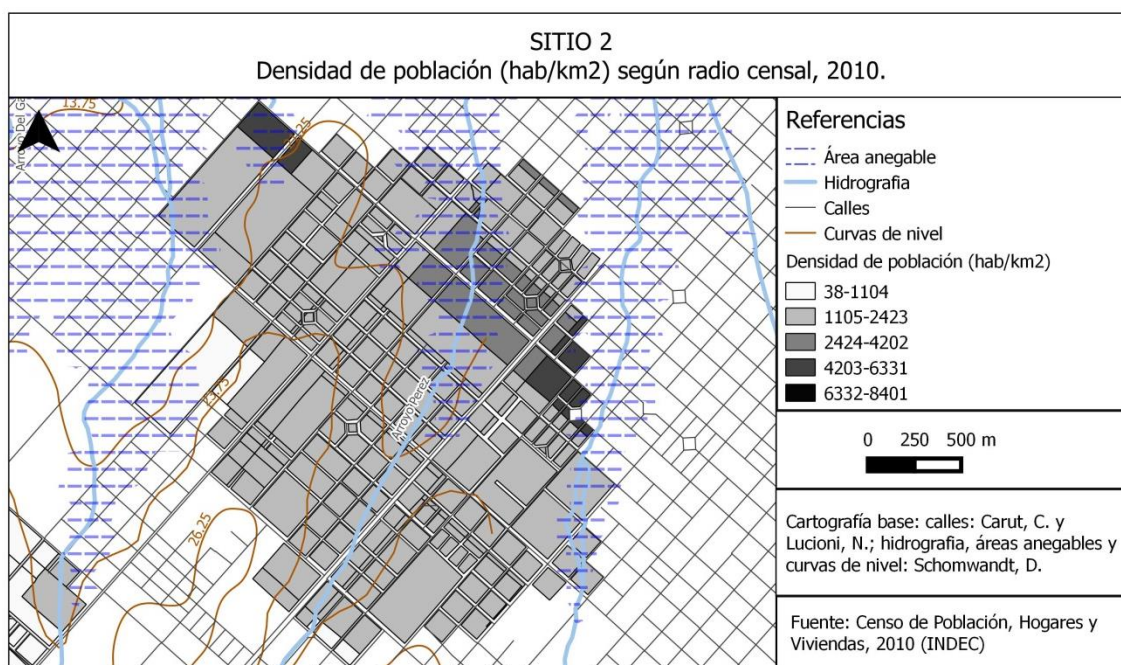
Por otra parte, se puede observar que las mayores densidades del sitio se encuentran entre las zonas anegables del mismo.



Mapa 17. Sitio 2. Cantidad de hogares con al menos una NBI, según radio censal (INDEC, 2010). Cartografía: Gabriela D'Amico.



Mapa 18. Sitio 2. Cantidad de población desocupada, según radio censal (INDEC, 2010). Cartografía: Gabriela D' Amico



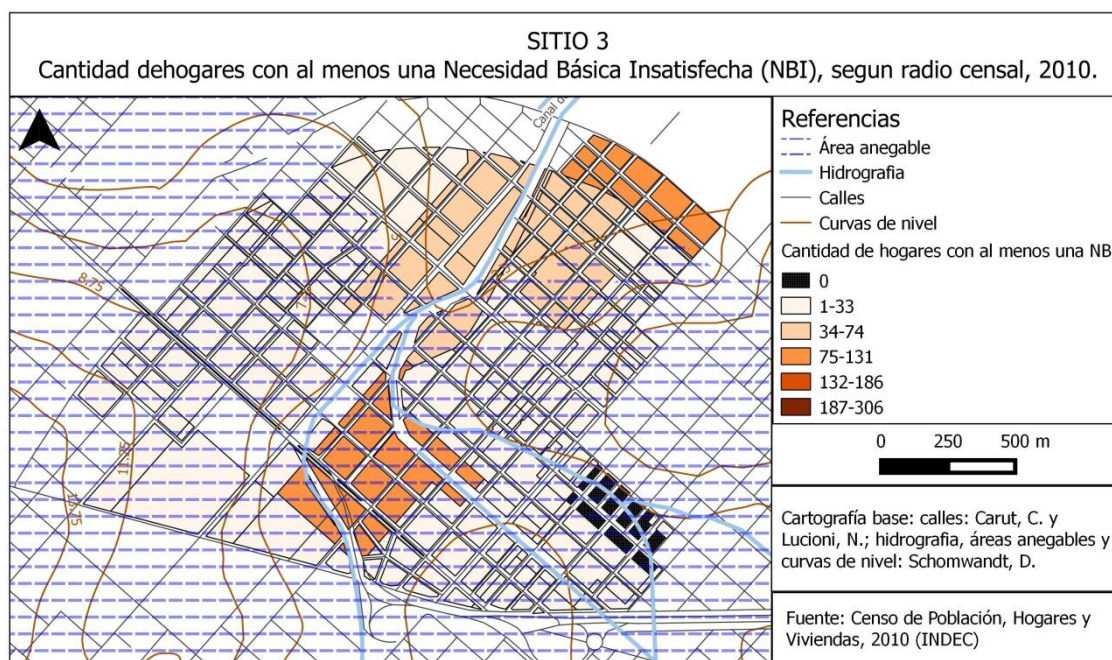
Mapa 19. Sitio 2. Densidad de población (hab/km²) según radio censal (INDEC, 2010). Cartografía: Gabriela D' Amico

Sitio 3

La población del sitio 3 era de 26.827 habitantes para el Censo 2010 (INDEC), con densidades altas, ya que la misma se desarrolla en su totalidad en área urbana. La mayor densidad poblacional se localiza en la planicie de inundación del Arroyo El Gato (mapa 23).

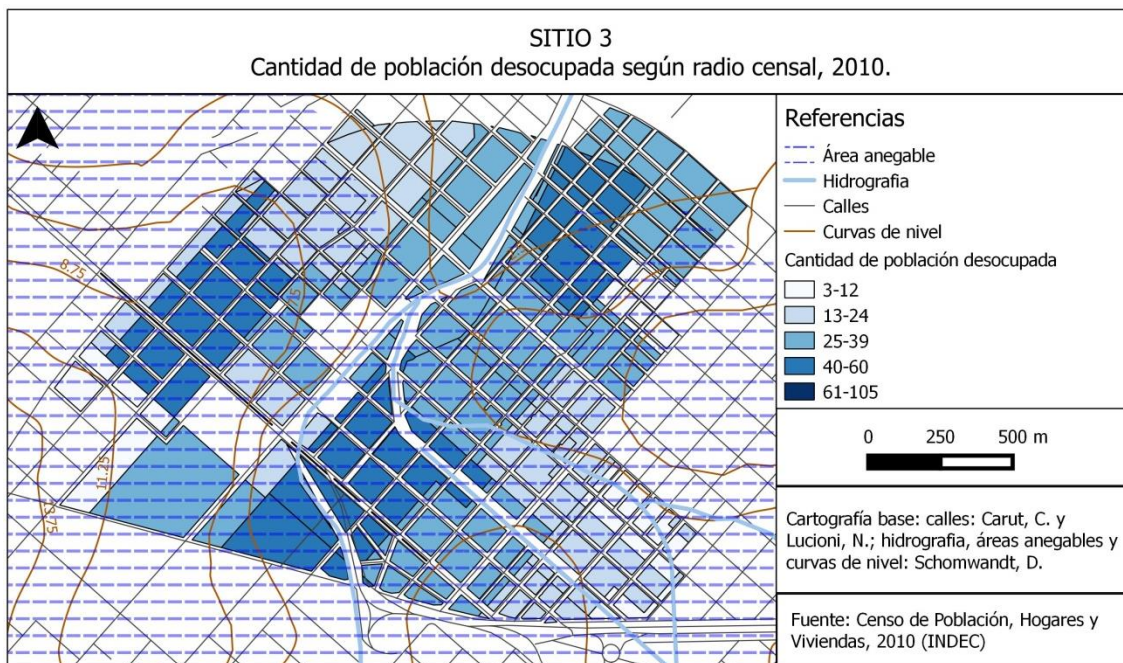
El porcentaje de la Población Económicamente Activa¹¹ en relación a la población total del sitio es de 72,91%, mientras que el porcentaje de población desocupada, con respecto a la PEA, es de 4,14%.

Los hogares con al menos una NBI conforman el 19,96% del total de hogares del sitio, porcentaje significativamente mayor al valor medio para el total del partido (ver Cuadro 4). Cabe destacar que los valores más elevados con respecto a esta variable se localizan sobre áreas anegables, cercanas a la desembocadura de los afluentes Regimiento y Perez en el Arroyo El Gato (mapa 20), donde coinciden geográficamente con valores elevados de cantidad de población desocupada (mapa 21).

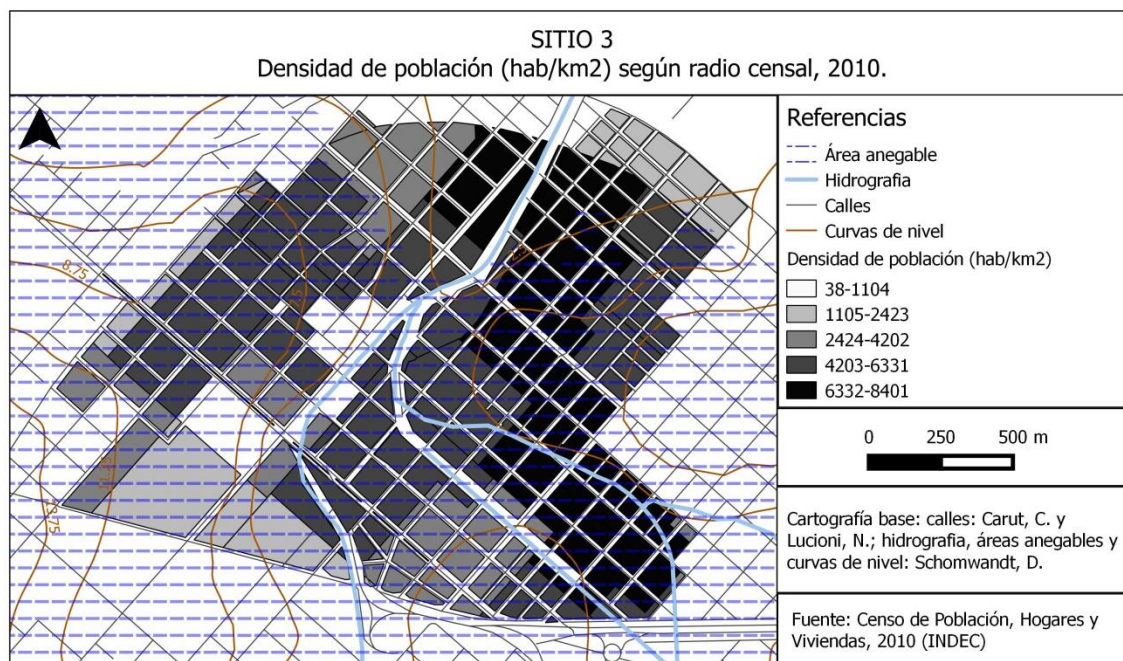


Mapa 20. Sitio 3. Cantidad de hogares con al menos una NBI, según radio censal (INDEC, 2010). Cartografía: Gabriela D' Amico

¹¹ La población económicamente activa (PEA) es integrada por las personas que tienen una ocupación, o que sin tenerla la están buscando activamente, es decir, la población desocupada (INDEC, 2015) .



Mapa 21. Sitio 3. Cantidad de población desocupada, según radio censal (INDEC, 2010). Cartografía: Gabriela D'Amico.



Mapa 22. Sitio 3. Densidad de población (hab/km²) según radio censal (INDEC, 2010). Cartografía: Gabriela D'Amico

Indicadores	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Total sitios	Total La Plata	Total sitios sobre total partido
Cantidad de población	30.667	17.963	26.827	75.457	653.432	11.54%
Cantidad de hogares	8.492	5.320	7.760	21.572	221.024	9,76%
Hogares con al menos una NBI sobre el total de hogares	19,81%	14,81%	19,96%	18,63%	8,40%	-----
PEA, sobre el total de población	69,96%	74,54%	72,91%	72,10%	77,77%	-----
Población desocupada sobre el total de PEA	4,21%	5,04%	4,14%	4,39%	3,97%	-----

Cuadro 4. Cuadro síntesis de indicadores de vulnerabilidad para los sitios seleccionados¹², en relación con valores para el Partido de La Plata. Fuente: elaboración Gabriela D'Amico según datos del INDEC, 2010.

5. Determinación de áreas de riesgo de inundación

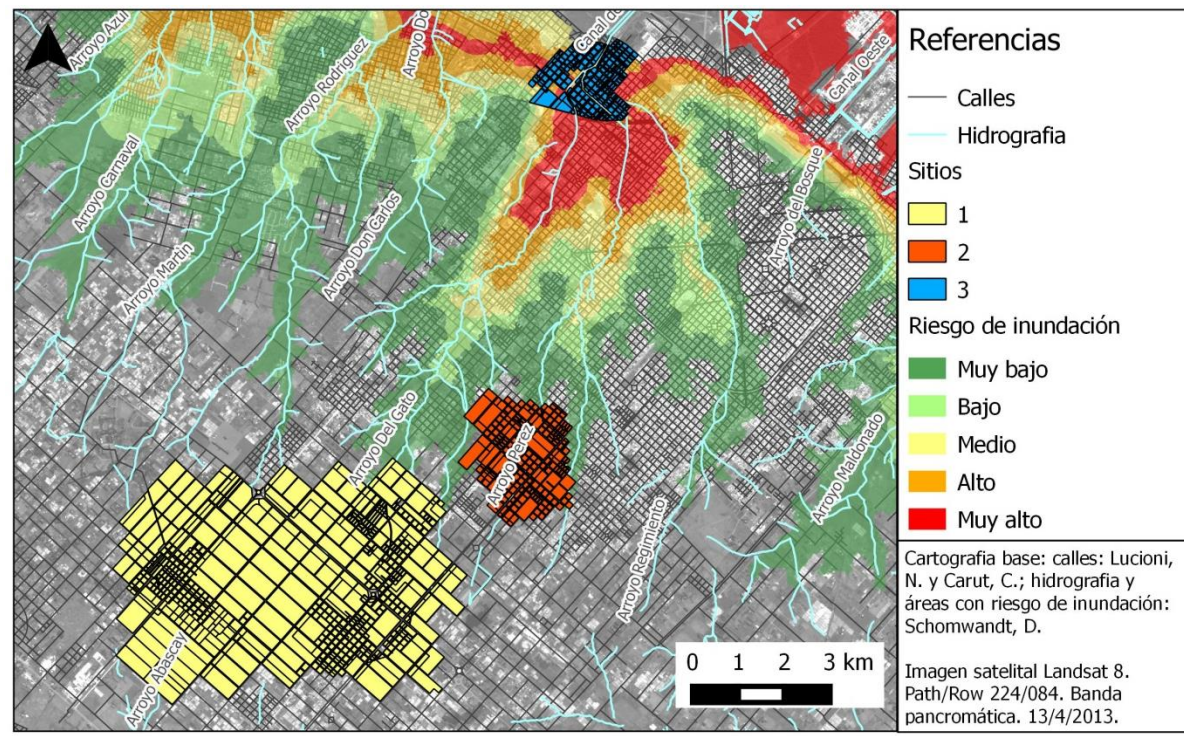
En base a criterios altimétricos, se establecieron cinco niveles de riesgo de inundación para el área del Gran La Plata. La menor cota relativa, asociada a cauces y planicies de inundación, es la variable utilizada para determinar las áreas de riesgo (Schomwandt et al., 2015). En base a este criterio, las zonas de riesgo se desarrollan a modo de *buffers* en torno a los principales cursos de agua. Las zonas categorizadas como de riesgo “alto” y “muy alto” se encuentran por debajo de la curva de nivel de 11 m.s.n.m., por lo que el sitio 3 resulta tener los valores más elevados de riesgo de inundación.

La población de este sitio posee una densidad de media a alta. En la confluencia de los arroyos Perez y El Gato es donde se localiza la población más vulnerable, ya que se combinan valores medios de la variable “hogares con al menos una NBI”, y valores altos en cuanto a población desocupada.

En cuanto al sitio 2 y sitio 1, el riesgo de inundación es bajo. Sin embargo, cabe destacar que, amén de las densidades menores de población, parte del área inundable, asociada a la planicie de inundación de los arroyos Pérez y El Gato, en el sitio 2, y El Gato en el

¹² Los valores del cuadro, con respecto a los sitios seleccionados, representan cantidades con respecto a los radios censales completos.

sitio 1, se encuentran asociadas a poblaciones con niveles medios a medio-altos de hogares con al menos una NBI y de población desocupada.



Mapa 23. Zonas de riesgo de inundación y sitios de estudio. Cartografía: Gabriela D'Amico.

A modo de Cierre

Como se ha podido observar a lo largo del trabajo, las áreas seleccionadas presentan territorializaciones diferentes en cuanto a la vulnerabilidad y la peligrosidad

El riesgo de exposición a la peligrosidad disminuye del sitio 3 al 1, ya que este se encuentra en la zona de divisoria de aguas del partido, presentando un área más elevada.

En referencia a la vulnerabilidad, las tres áreas presentan un riesgo alto ya que el comportamiento de los valores demográficos es negativos para los tres sitios.

A ello hay que sumarle el tema del riesgo de inundación, fruto de la impermeabilización de los suelos que como se ha observado en la fotolectura, el área tres es la que presenta

un mayor grado de impermeabilización derivado de usos urbanos del suelo que no permite la infiltración del agua.

Por último, es necesario advertir que aún se está a tiempo de detener el crecimiento urbano anárquico y el avance sobre zonas de humedales para no tener que lamentar consecuencias no deseadas dentro de unos años.

Bibliografía

- Andrade, M. I.; Lucioni, N. C.; Iezzi, L. E.. 2012. Factores de riesgo hídrico en el Gran La Plata, Argentina. IX Jornadas Nacionales de Geografía Física Bahía Blanca, 19 al 21 de abril.
- Bozzano, H, Carut, C.; Barbetti, C; Ciro, G.; Arrivillaga, N. 2008. "Usos del suelo y lugares: criterios teóricos metodológicos. Aplicación a un caso de Guatemala" En: Revista Universitaria de Geografía. Departamento de Geografía y Turismo. Universidad Nacional del Sur. Volumen 17. (págs 189-231) ISSN: 0326-8373.
- Carut, C. B. 2006 "Territorios en transición: las transformaciones territoriales de la periferia de la ciudad de La Plata (Argentina)" En: Cuadernos de investigación Geográfica. Universidad de la Rioja. España, N° 32, (pags. 123-146) ISSN 0211-6820
- CEDLAS. Medición de impacto socioeconómico de las inundaciones en La Plata. Abril 2013.<http://cedlas.econo.unlp.edu.ar/esp/actividades-realizadas.php>.
- Fidalgo, F. y Martínez, O.R. 1983. Algunas características geomorfológicas dentro del Partido de La Plata (Buenos Aires). Revista de la Asociación Geológica Argentina 38(2): 263-279.
- Frenguelli, J. 1950. Rasgos generales de la morfología y geología de la provincia de Buenos Aires. Ministerio de Obras Públicas de la Provincia de Buenos Aires. La Plata.
- Hurtado, M. A., Giménez, J.E., Cabral, M. A. 2006. Análisis ambiental del partido de La Plata: aportes al ordenamiento territorial. Buenos Aires: Consejo Federal de Inversiones.
- Instituto geográfico Nacional (IGN) (2013) Vuelos fotogramétricos del Gran La Plata con la Cámara Microsoft Vexcel Ultracam XP.
- Jenson, S. y Dominguez, J. 1988. Extracting topographic Structure from Digital elevation Data for Geographic Information System Analysis. Photogrametric Engineering and Remote Sensing. Vol. 54, N° 11. November 1988. Pp. 1593-1600.
- Liscia, S. 2013. Estudio sobre la inundación ocurrida los días 2 y 3 de abril en las ciudades de La Plata, Berisso y Ensenada. Informe Técnico Departamento de Hidráulica. Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata. (en www.sedici.unlp.edu.ar: mayo-2015).

- Natenzon, C. E. 1995. Catástrofes naturales, riesgo e incertidumbre. Buenos Aires, FLACSO; diciembre de 1995. Serie Documentos e Informes de Investigación Nro. 197. 22 pp.
- Romanazzi, P Y Urbiztondo, A. 2011. Estudios hidrológicos – hidráulicos – ambientales en la cuenca del Arroyo El Gato. Primeras Jornadas de Investigación y Transferencia. Facultad de Ingeniería. UNLP. La Plata.
- Romanazzi, P. 2013. Anexo I: antecedentes de la cuenca del Arroyo El Gato. En: Liscia S. O. et al. (2013). Estudio sobre la inundación ocurrida los días 2 y 3 de abril de 2013 en las ciudades de La Plata, Berisso y Ensenada. Departamento de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería de la UNLP. La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Scarpatti, O. y Andrade, M. I. 2004. Análisis de las inundaciones en el Gran La Plata. X Reunión Argentina y IV Latinoamericana de Agrometeorología y seguridad alimentaria en América Latina. Mar del Plata.
- Schomwandt, D., Lucioni, N. y Andrade, M.I. 2015. “Aportes para una Cartografía de riesgo de inundación y la representación de la vulnerabilidad en Gran La Plata, Buenos Aires”. En: XVII Jornadas de Investigación. Centro de Investigaciones Geográficas. Departamento de Geografía. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata. 11 y 12 de noviembre de 2015.
- Schomwandt, D., Lucioni, N. y Andrade, M.I. 2016. “Cartografía de riesgo de inundación y la representación de la vulnerabilidad en el Gran La Plata, Buenos Aires.” Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y el Ambiente, N°26, pág. 15-28.

Imágenes:

- Google Earth Imagen 2015 Digital Globe. Fecha de imágenes 24/12/2005.
- Google Earth Imagen 2015 Digital Globe. Fecha de imágenes 26/08/2015.